

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-161309

(43)Date of publication of application : 04.06.2002

C21C 7/06

C21C 7/04

(71)Applicant : NKK CORP

(72)Inventor: MATSUNO EIJU
MURAI TAKESHI
KOMATANI MASANORI
AKAI SHINICHI
SAKURAI EIJI

(72)Inventor: MATSUNO EIJU

MURAI TAKESHI

KOMATANI MASANORI

AKAI SHINICHI

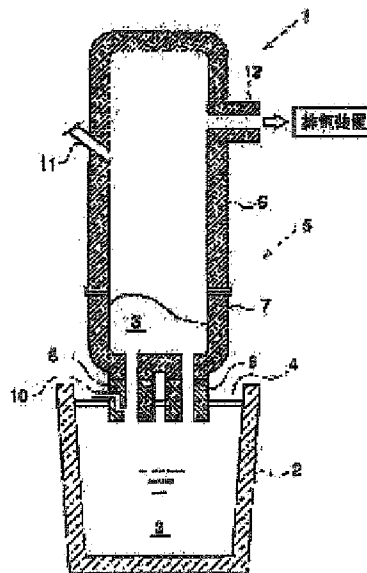
SAKURAI ELIJAH

(54) PRODUCTION PROCESS FOR STEEL WITH SUPERIOR CLEANLINESS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a process that secures stable production of steel with superior cleanliness that contains a small amount of intermediates originated from deoxidization products.

SOLUTION: Aluminum is added to liquid steel 3 for deoxidation and after deoxidation is completed the liquid steel is agitated to reduce Al_2O_3 produced in it, which is followed by addition of Mg into the liquid steel to control the conformation of intermediates so that the concentration of MgO is maintained at 20–40 mass% in the liquid steel. It is preferred to agitate deoxidized liquid steel at least 5 minutes or more.



LEGAL STATUS

04.03.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(10) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-161309

(P2002-161309A)

(43) 公開日 平成14年6月4日 (2002. 6. 4)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	キーワード (参考)
C 2 1 C 7/06		C 2 1 C 7/06	4 K 0 1 3
7/04		7/04	B

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2000-355478(P2000-355478)

(22) 出願日 平成12年11月22日 (2000. 11. 22)

(71) 出願人 000004123

日本鋼管株式会社

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号

(72) 発明者 松野 英寿

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日

本鋼管株式会社内

(72) 発明者 村井 剛

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日

本鋼管株式会社内

(74) 代理人 100116230

弁理士 中濱 泰光

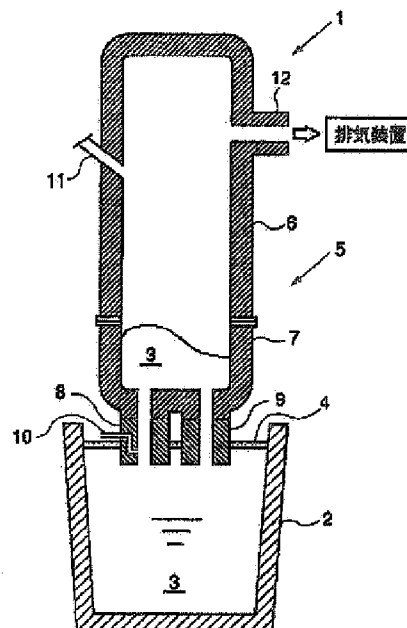
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 清浄性に優れた鋼の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 脱酸生成物を起源とする介在物が少なく、清浄性の優れた鋼を安定して製造する。

【解決手段】 溶鋼3にAlを添加して脱酸し、脱酸後、溶鋼を攪拌して溶鋼中に生成したAl₂O₃を低減させ、次いで、溶鋼中の介在物のMgO濃度が20～40mass%になるように、溶鋼にMgを添加して介在物の形態を制御する。その際、脱酸後の溶鋼の攪拌時間を5分間以上とすることが好ましい。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 溶鋼にAlを添加して脱酸し、脱酸後、溶鋼を攪拌して溶鋼中に生成したAl₂O₃を低減させ、次いで、溶鋼中の介在物のMgO濃度が20～40 mass%になるように、溶鋼にMgを添加して介在物の形態を制御することを特徴とする清浄性に優れた鋼の製造方法。

【請求項2】 前記脱酸後の溶鋼の攪拌時間を5分間以上とすることを特徴とする請求項1に記載の清浄性に優れた鋼の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、酸化物系非金属介在物の含有量が少なく、清浄性に優れた鋼の製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、製鋼段階における取鋼精錬技術及び鑄造技術の進歩により、酸化物系非金属介在物（以下、「介在物」と記す）の少ない、清浄性に優れた鋼の製造が可能となっているものの、鉄鋼材料に要求される材料特性は、その使用用途の拡大や使用条件の苛酷化に伴い、従来に増して厳しいものとなっている。

【0003】鋼中の介在物の起源は、脱酸生成物、スラグやモールドパウダーの混入、空気や取鋼内スラグによる溶鋼の再酸化等であり、そして、鋼中に残留する介在物は最終製品における欠陥の主たる原因となるため、従来、これらの介在物を除去及び無害化するために数多くの対策が行われてきた。

【0004】脱酸生成物を除去し且つ無害化する方法として、例えば特開平3-47910号公報には、金属Alと共にCaO系の粉体を添加して脱酸し、脱酸生成物の形態をCaO-Al₂O₃系に制御する方法が開示されている。同号公報によれば、脱酸生成物をCaO-Al₂O₃系とすることで、脱酸生成物の浮上分離が促進して、介在物として残留する脱酸生成物量が減少すると共に、Al₂O₃のようにクラスター化しないので、最終製品において欠陥が防止されるとしている。しかし、脱酸生成物をCaO-Al₂O₃系としても、必ずしも溶鋼中から除去されるわけではなく、大きなものが鋼中に残留した時には品質の劣化を招き、安定して高い清浄性が得られない。

【0005】又、取鋼内スラグによる再酸化を防止する方法として、例えば特開平2-30711号公報には、取鋼内スラグにAl、Si等の脱酸剤を添加して取鋼内スラグのT、Fe濃度を5 mass%以下とする方法が開示されている。同号公報によれば、T、Fe濃度を5 mass%以下にすることで、溶鋼のスラグによる酸化が防止でき、最終製品での介在物による欠陥を抑えることができるとしている。しかし、この方法では、脱酸生成物の除去は困難であるため、鋼中介在物の絶対量を安定して低

減するまでには至っていない。尚、T、Feとはスラグ中の全ての鉄酸化物の鉄分の合計値である。

【0006】一方で、特開平5-302112号公報では、Mg脱酸による薄鋼板の製造方法を開示しているが、Al脱酸を全く行わない方法であり、通常のAl脱酸鋼には適用できないばかりでなく、Mgの添加歩留まりが低いので、コスト上も不利である。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】このように、従来の介在物低減方法は、近年の厳しい要求に必ずしも対応できるものではなく、清浄性の優れた鋼を安定して製造することのできる介在物低減対策が切望されていた。

【0008】本発明はかかる事情に鑑みなされたもので、その目的とするところは、脱酸生成物を起源とする介在物が少なく清浄性の優れた鋼を安定して製造することのできる鋼の製造方法を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】第1の発明による清浄性に優れた鋼の製造方法は、溶鋼にAlを添加して脱酸し、脱酸後、溶鋼を攪拌して溶鋼中に生成したAl₂O₃を低減させ、次いで、溶鋼中の介在物のMgO濃度が20～40 mass%になるように、溶鋼にMgを添加して介在物の形態を制御することを特徴とし、第2の発明による清浄性に優れた鋼の製造方法は、第1の発明において、前記脱酸後の溶鋼の攪拌時間を5分間以上とすることを特徴とする。

【0010】本発明者等は、Alキルド鋼の最終製品における介在物性欠陥を調査し、最終製品において介在物性欠陥となるのは、ある程度大きなクラスターを形成しているAl₂O₃であり、クラスターを形成しない単独のAl₂O₃粒子は欠陥の原因とならないことを確認した。即ち、Alキルド鋼では脱酸時に脱酸生成物としてAl₂O₃が生成し、このAl₂O₃がクラスター化し易いが、Al₂O₃の形態を制御してクラスター化し難い形態とすることで、介在物性欠陥を低減することが可能となる。

【0011】Al₂O₃の形態を制御する元素としての条件は、Alの脱酸力と同等の脱酸力を有し、且つ溶鋼中で安定的に存在することであるが、本発明者等は、この条件を満たす元素としてMgを選定し、そして、RH真空脱ガス装置を用い、Al脱酸後の溶鋼攪拌時間及びMgの添加量を変更して、最終製品における介在物性欠陥の発生率を調査した（詳細説明は後述の実施例）。

【0012】その結果、Al脱酸後に溶鋼を攪拌し、その後、鋼中に残留する介在物中のMgO濃度が20～40 mass%となるように、Mgを溶鋼に添加して介在物の形態を制御することで、最終製品での介在物性欠陥を大幅に低減できることが判明した。その際、Al脱酸後の溶鋼攪拌時間を5分間以上確保することで、最終製品における介在物性欠陥が安定して低減することが判明し

た。

【0013】即ち、A1脱酸後に溶鋼を攪拌することで、脱酸生成物であるA1₂O₃が凝集・合体してA1₂O₃の浮上分離が促進し、溶鋼中のA1₂O₃の絶対量が低減する。特に、溶鋼攪拌時間を5分間以上とすることで、溶鋼中のA1₂O₃の絶対量が安定して低減する。そして、低減したA1₂O₃がMgにより効率良く形態制御されるので、最終製品での介在物性欠陥が防止される。但し、5分間未満の攪拌でも攪拌強度やMgの添加量を増やすことによって同等の効果を達成することは可能である。又、溶鋼を攪拌する方法は、RH真空脱ガス装置による溶鋼環流が効果的であるが、ランスによるガス吹き込みや電磁攪拌等も適用可能である。

【0014】尚、介在物中のMgO濃度が20mass%未満及び40mass%を超える範囲において、介在物性欠陥の防止に効果が少ない理由は、20mass%未満では、介在物の形態制御が十分でなく、A1₂O₃のクラスターが発生するためであり、又、40mass%を超える範囲は、生成する介在物の密度、融点、及び溶鋼との濡れ性等が変化して浮上・分離性が低下するためと思われる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明を図面に基づき説明する。図1は、溶鋼の成分調整手段、及び溶鋼のガス攪拌手段として本発明で用いたRH真空脱ガス装置の縦断面概略図である。

【0016】図1に示すように、RH真空脱ガス装置1は、上部槽6及び下部槽7からなる真空槽5と、下部槽7の下部に設けた上昇側浸漬管8及び下降側浸漬管9とで、その基部が構成されている。上部槽6には、原料投入口11と、排気装置（図示せず）に接続するダクト12とが設けられ、又、上昇側浸漬管8にはAr吹き込み管10が設けられている。Ar吹き込み管10からは環流用Arが上昇側浸漬管8内に吹き込まれる構造となっている。

【0017】このような構成のRH真空脱ガス装置1における本発明の適用方法を以下に説明する。先ず、転炉や電気炉等で溶銹を脱炭精錬して溶鋼3を得、こうして得た溶鋼3を収納する取鍋2を真空槽5の直下に搬送する。取鍋2内には脱炭精錬時のスラグ4が一部混入し、溶鋼3の湯面を覆っている。尚、スラグ4による溶鋼3の酸化を防止して、より清浄性の優れた鋼を製造するために、出鋼後、取鍋2内のスラグ4中に金属A1やA1灰等の脱酸剤、若しくはCaO系のフラックス、又は双方を添加し、スラグ4中のFeO、MnO等の低級酸化物を予め還元しておくことが好ましい。

【0018】次いで、昇降装置（図示せず）にて取鍋2を上昇させ、上昇側浸漬管8及び下降側浸漬管9を取鍋2内の溶鋼3に浸漬させる。そして、Ar吹き込み管10から上昇側浸漬管8内にArを吹き込むと共に、真空槽5内を排気装置にて排気して真空槽5内を減圧する。

真空槽5内が減圧されると、取鍋2内の溶鋼3は、Ar吹き込み管10から吹き込まれるArと共に上昇側浸漬管8を上昇して真空槽5内に流入し、その後、下降側浸漬管9を介して取鍋2に戻る流れ、所謂、環流を形成してRH真空脱ガス精錬が施される。その際に溶鋼3は、吹き込まれたArにより真空槽5内で激しく攪拌されると共に、下降側浸漬管9から取鍋2に戻る流れにより取鍋2内でも攪拌される。

【0019】処理する鋼種の用途に従い、脱水素、脱炭等の処理を施し、更に、必要によりC、Si、Mn等の成分を調整して、次いで、原料投入口11から真空槽5内の溶鋼3にA1を添加して脱酸する。添加するA1は金属A1やA1合金等を使用し、A1添加量は、脱酸後の溶鋼3中に0.01mass%以上のA1が残留する程度とする。

【0020】A1添加後、RH真空脱ガス精錬を継続して溶鋼3を攪拌する。この攪拌時間即ち環流時間は5分間以上とすることが好ましい。その後、原料投入口11からMgを溶鋼3に添加する。添加するMgは、金属MgやMg合金等を使用する。Mgの添加量は、介在物中のMgO濃度が20～40mass%になる範囲とし、具体的な目安としてはMg純分として溶鋼トン当たり0.01～0.5kg程度とするが、連続添加や分割添加等のMg添加方法、及び、添加時の真空槽5の真空度等の影響があり、更には取鍋2の内張り耐火物の種類や連続铸造設備のタンディッシュの内張り耐火物の種類等の操業条件により最適添加量がこの範囲を外れることもあるので、予めMgの添加量を変更した試験を行い、操業条件に最適な添加量を把握しておくことが必要である。

【0021】Mg添加後、真空槽5内を大気圧に戻してRH真空脱ガス精錬を終了し、その後、取鍋2を次工程の連続铸造設備や普通造塊設備等の铸造設備に搬出して溶鋼3を铸造する。尚、A1脱酸の時期はRH真空脱ガス精錬中に限るものではなく、取鍋2への受鋼直後でも良い。又、受鋼直後とRH真空脱ガス精錬中との2回以上に分けてA1を添加しても良い。但し、2回以上に分けてA1を添加する場合、本発明でいうA1脱酸とは、溶鋼3中に0.01mass%以上のA1が残留して溶解酸素が無くなった時点のA1添加時期をいい、それ以降のA1添加はA1の成分調整のためのものであり、A1脱酸とはいわない。従って、例えばMgを添加した後に調整用のA1を添加することは当然あり得ることである。

【0022】このようにして溶鋼3を処理することで、脱酸生成物であるA1₂O₃は減少し、且つ、介在物はA1₂O₃系からA1₂O₃-MgO系に形態制御されるので、鋼中に残留する介在物の絶対量が少なくなると共に、残留する介在物がクラスター化せず、その結果、最終製品での介在物性欠陥を大幅に低減することが可能となる。

【0023】尚、上記説明では、RH真空脱ガス装置1

を用いているが、溶鋼3を処理する設備はRH真空脱ガス装置1に限るものではなく、DH真空脱ガス装置やVAD装置等の溶鋼攪拌機能を有する設備であれば何であっても、上記に準じて本発明を実施することができる。又、上記説明では、Mgを真空槽5内の溶鋼3に添加しているが、Mgの添加方法は上記に限るものではなく、例えば、金属Mg粉やMg合金粉を鉄皮で被覆したワイヤーを溶鋼3に侵入させつつ溶解する方法、所謂ワイヤーフィーダー法であっても、本発明を実施することができる。

【0024】

【実施例】図1に示すRH真空脱ガス装置を用い、A1脱酸後の溶鋼攪拌時間及びMgの添加量を変更した試験操業を合計24ヒート（試験No.1～24）行い、これらの操業条件が最終製品における介在物性欠陥の発生率に及ぼす影響を調査した。

【0025】試験操業は次のようにして行った。まず、溶銑予備処理にて脱硫及び脱磷した溶銑を上底吹き型転炉に装入して脱炭精錬し、C濃度が0.03～0.04 mass%、Si濃度が0.03～0.04 mass%、Mn濃度が0.2～0.4 mass%、P濃度が0.01 mass%以下、S濃度が0.003 mass%以下の250トンの溶鋼を取鍋に出鍋した。その後、RH真空脱ガス装置におい

試験条件及び製品欠陥発生率

試験 No.	供試鋼成分 (mass%)						Al脱酸後の 環流時間 (min)	MgO 濃度 (mass%)	欠陥 発生 率(%)	備考
	C	Si	Mn	P	S	Al				
1	0.003	0.08	0.33	0.008	0.002	0.03	3	35	0.6	比較例
2	0.002	0.07	0.33	0.008	0.002	0.04	10	25	0.05	実施例
3	0.003	0.08	0.33	0.008	0.002	0.03	3	10	0.8	比較例
4	0.002	0.08	0.32	0.007	0.003	0.02	4	20	0.2	比較例
5	0.001	0.08	0.32	0.008	0.002	0.03	5	20	0.08	実施例
6	0.002	0.07	0.32	0.008	0.003	0.03	10	15	0.2	比較例
7	0.002	0.07	0.33	0.007	0.001	0.04	15	45	0.2	比較例
8	0.002	0.07	0.33	0.007	0.001	0.04	6	10	0.3	比較例
9	0.03	0.20	0.54	0.007	0.002	0.04	12	5	0.4	比較例
10	0.04	0.21	0.54	0.007	0.002	0.03	4	35	0.5	比較例
11	0.04	0.22	0.54	0.007	0.003	0.03	8	15	0.2	比較例
12	0.03	0.21	0.55	0.007	0.003	0.02	6	40	0.07	実施例
13	0.04	0.20	0.55	0.008	0.003	0.02	8	50	0.2	比較例
14	0.04	0.20	0.58	0.008	0.003	0.03	4	10	0.3	比較例
15	0.03	0.21	0.54	0.007	0.003	0.04	8	0	0.5	比較例
16	0.03	0.21	0.54	0.008	0.002	0.02	6	30	0.07	実施例
17	0.11	0.23	0.58	0.007	0.001	0.03	4	20	0.3	比較例
18	0.10	0.24	0.58	0.007	0.002	0.02	6	20	0.06	実施例
19	0.12	0.25	0.58	0.008	0.003	0.03	3	40	0.7	比較例
20	0.10	0.23	0.58	0.007	0.002	0.04	12	15	0.3	比較例
21	0.11	0.22	0.55	0.008	0.002	0.03	15	55	0.2	比較例
22	0.10	0.25	0.56	0.007	0.003	0.03	2	35	0.3	比較例
23	0.12	0.24	0.55	0.007	0.001	0.04	4	20	0.4	比較例
24	0.11	0.25	0.54	0.008	0.002	0.02	5	40	0.05	実施例

【0029】図2は、24ヒートの全ての試験操業における介在物中のMgO濃度と介在物性欠陥の発生率との関係を示す図であるが、図2に示すように、欠陥発生率を0.1%以下とするためには、少なくとも介在物中のMgO濃度を2.0～4.0 mass%の範囲に制御する必要があることが分かった。但し、介在物中のMgO濃度が2

※て、真空槽内の圧力を133 Pa以下に制御しつつ、Ar吹き込み管から2000～3000 Nl/minのArを上昇側浸漬管内に吹き込み、溶鋼を精錬して所定の成分に調整すると共に金属Alを添加して溶鋼を脱酸した。

【0028】Al脱酸後、更に2～15分間溶鋼を環流させ、次いで、Fe-Si-Mg系のMg合金を添加した。Mg合金の添加量を変更することで、結果的に介在物中のMgO濃度は5～55 mass%になった。Mg合金の添加直後、RH真空脱ガス装置における精錬を終了した。尚、試験No.15ではMg合金を添加していない。

【0027】その後、連続鋳造機でスラブに鋳造し、得られたスラブを最終製品である鋼板に圧延し、鋼板にて介在物性欠陥の発生率を調査した。同時に鋼板から試料を切り出し研磨して、光学顕微鏡及び電子顕微鏡を用いて介在物の組成と清浄性を調査した。表1に、24ヒートの試験操業の鋼板の成分、Al脱酸後の環流時間、介在物中のMgO濃度、及び鋼板での介在物性欠陥の発生率を示す。尚、介在物性欠陥の発生率とは、介在物性欠陥の発生した鋼板の枚数比率であり、本発明では、介在物性欠陥の発生率の合格基準を0.1%以下とした。

【0028】

【表1】

0～4.0 mass%であっても、欠陥発生率が0.1%以上になる試験操業が見られた。

【0030】そこで、介在物中のMgO濃度が2.0～4.0 mass%の13ヒートの試験操業において、Al脱酸後のMg合金を添加するまでの環流時間の欠陥発生率に及ぼす影響を調査した。図3にその調査結果を示す。図3

に示すように、本操作条件下においてはA1脱酸後に5分以上溶鋼を攪拌してからMg合金を添加した試験操作では、介在物性欠陥が0.1%以下になることが分かった。

【0031】このように、A1脱酸してから5分以上溶鋼をガス攪拌し、次いで、介在物中のMgO濃度が20～40mass%になるように、Mgを添加することで最終製品での介在物性欠陥を安定して抑えられることが判明した。尚、表1の備考欄に、本発明の範囲内の試験操作を実施例とし、その他の試験操作を比較例として表示した。

【0032】

【発明の効果】本発明によれば、脱酸生成物であるA1、O₂が減少し、且つ、介在物はA1、O₂系からA1、O₂—MgO系に形態制御されるので、鋼中に残留する介在物の絶対量が少なくなると共に、残留する介在物がクラスター化せず、最終製品での介在物性欠陥を大幅に低減することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

*

*【図1】本発明に用いたRH真空脱ガス装置の縦断面概略図である。

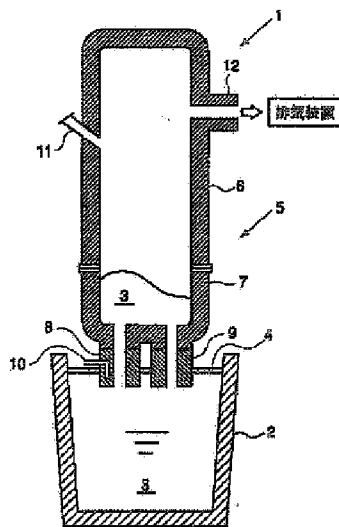
【図2】介在物中のMgO濃度と介在物性欠陥の発生率との関係を示す図である。

【図3】A1脱酸後の循環時間と介在物性欠陥の発生率との関係を示す図である。

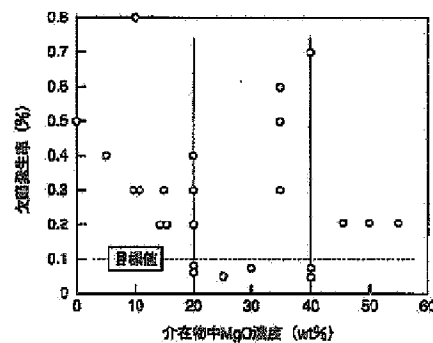
【符号の説明】

- 1 RH真空脱ガス装置
- 2 取鍋
- 3 溶鋼
- 4 スラグ
- 5 真空槽
- 6 上部槽
- 7 下部槽
- 8 上昇側浸漬管
- 9 下降側浸漬管
- 10 Ar吹き込み管
- 11 原料投入口
- 12 ダクト

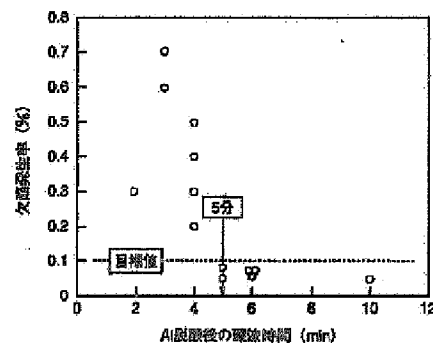
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 粕谷 昌紀

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日
本銅管株式会社内

(72)発明者 赤井 真一

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日
本銅管株式会社内

(72)発明者 横井 栄司

東京都千代田区丸の内一丁目1番2号 日
本銅管株式会社内

Fターム(参考) 4K013 AA07 BA08 BA14 CA02 CB01

CB02 CC01 CC06 CE01 CE02

CE05 CE06 CF01 CF13 DA03

DA05 DA09 DA12 DA13 EA03

EA05 EA19 EA24 FA02